

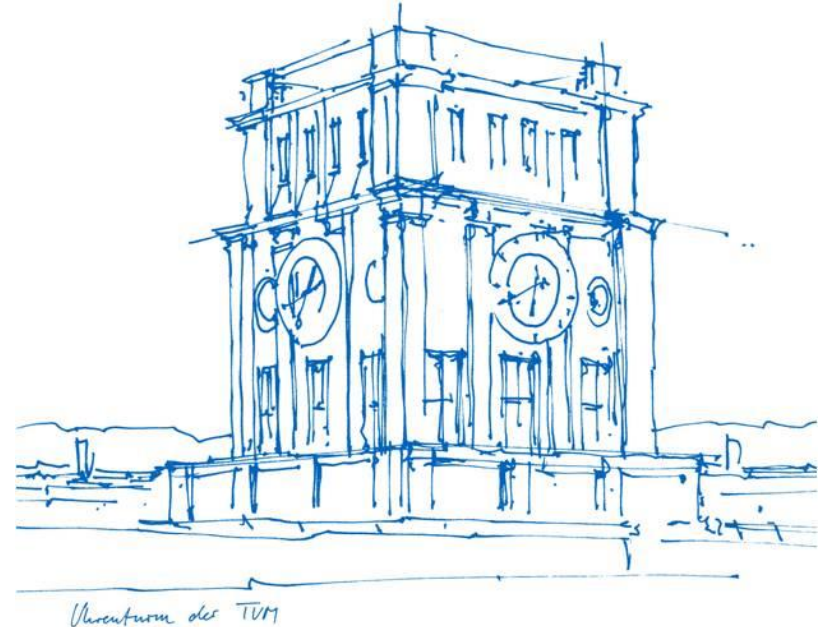
Vorhersage der Akzeptanz und Einflussfaktoren eines Energiemanagementsystems in automatisierten Stallsystemen - CowEnergySystem

Christoph Bader, Christina Steckenbiller

Technische Universität München
TUM School of Life Sciences

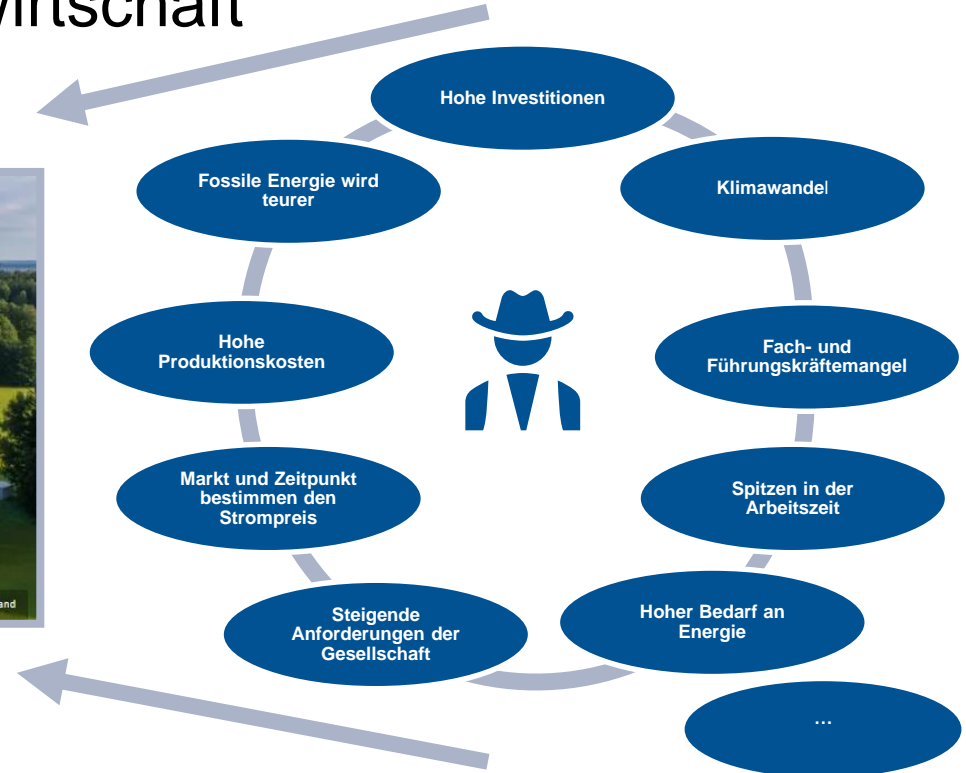
Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
Fakultät Nachhaltige Agrar- und Energiesysteme

3. BFL-Beratertagung | 25. - 26. September 2023

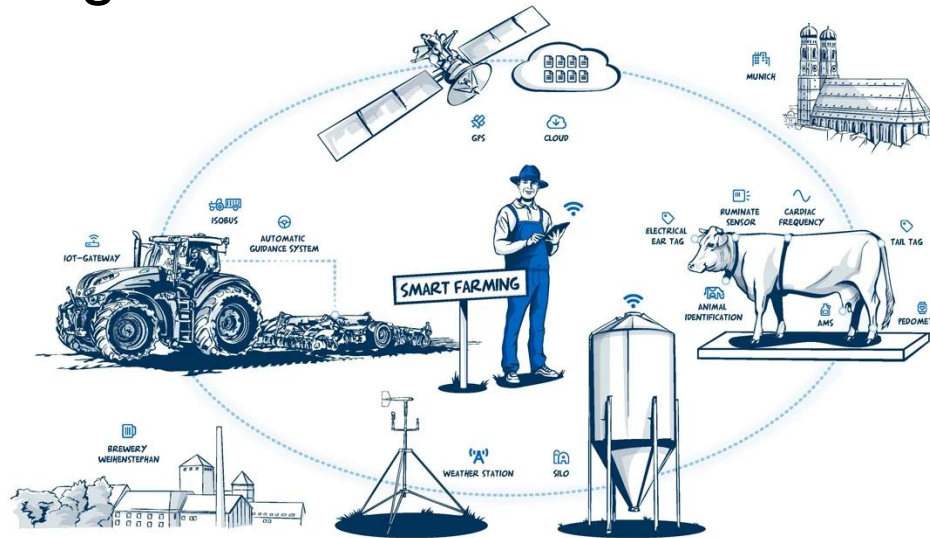


I. Einleitung und Hintergrund

Spannungsfelder der Agrarwirtschaft



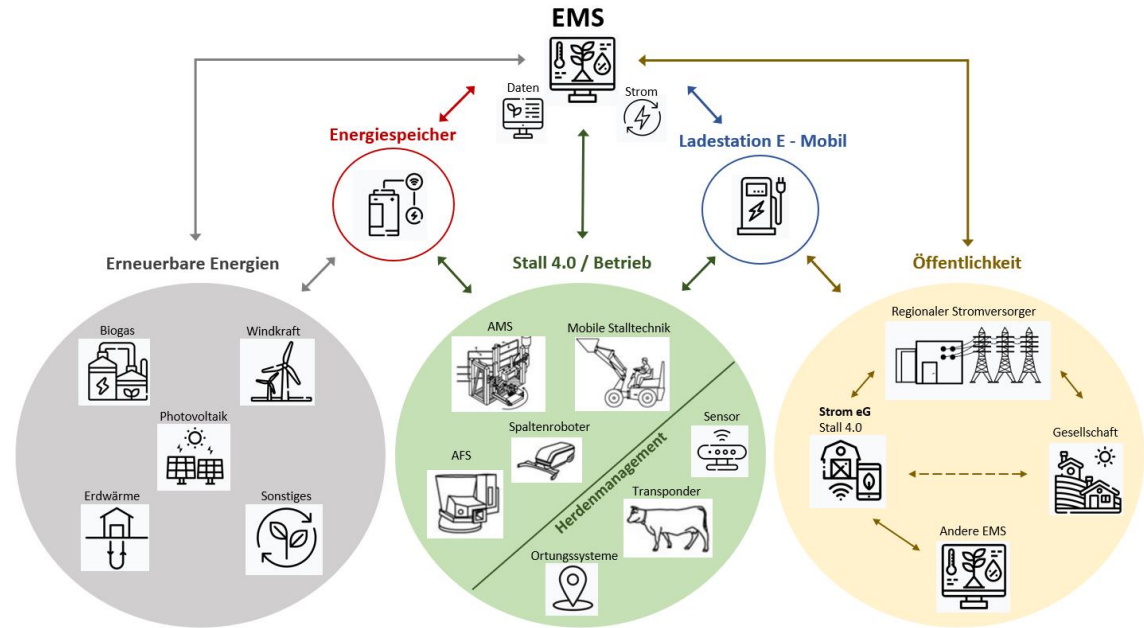
Potenziale der Agrarwirtschaft



- **Landwirt besitzt durch die baulichen Anlagen, Smart-Farming und Digitalisierung ungenutzte Potenziale und Synergieeffekte zum effizienteren Einsatz von vorhandenen Ressourcen, Zeit und Geld**

II. Grundlagen „CowEnergySystem“

Integration des Energiemanagementsystems in die Produktionsprozesse eines Milchviehbetriebs



Projektpartner:





Bildquellen: BR – Unser Land, Cow Energy, PV-Strom und Speichertechnik - der energieautarke Stall

Zum Beispiel: Festlegung der Auswahlkriterien der Null-Serien-Betriebe (AP2)

- Klassische Milchproduktionsbetriebe im Hinblick des hohen Vermarktungspotenzial des EMS (Biogas, Photovoltaik, AMS, Melkstand, Melkkarussell, ...)
- Diversifizierungsbetriebe mit besonderen Produktionsverfahren (Heutrocknung, Direktvermarktung, Gemüseanbau, Pasteurisierung, Kleinwindanlagen, ...)
- Gewerbebetriebe (E-Auto, E-Stapler, besondere Speichermedien, erhöhte Ladeprozesse, Schweißprozesse, ...)

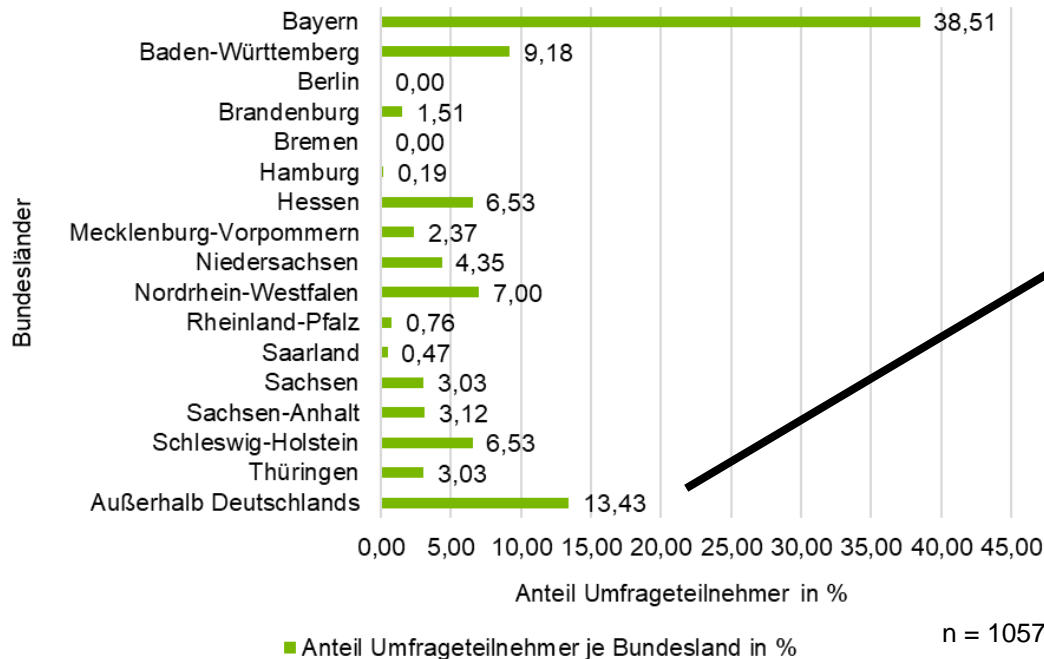
Übersicht der Projektplanung „CowEnergySystem“

Arbeitspaket	Inhalt	Zuständigkeit
AP1	Projektmanagement	TUM, HSWT
AP2	Festlegung der Auswahlkriterien der Null-Serien-Betriebe; Auswahl der Betriebe; Planung der betriebsindividuellen EMS-Architektur	TUM, HSWT, Hörmann, BEDM, Baumgartner
AP3	Vorbereitung und Installation der Technik; Durchführung von Funktions- und Stresstests; Prüfung der Datenspeicherung und -sicherung	BEDM, Baumgartner,
AP4	Datenerfassung, -analyse und -auswertung; Betriebswirtschaftliche Analysen; Modellkalkulationen	TUM, HSWT, BEDM, Baumgartner, Hörmann
AP5	Sonderfall: Integration von Energiespeichersystemen AP 4.1 Evaluierung der verschiedenen verfügbaren Energiespeicheroptionen AP 4.2 Realisierung von Anschlussmöglichkeiten	HSWT, BEDM, Hörmann, Baumgartner
AP6	Sonderfall: Integration von Ladeinfrastruktur AP 5.1 Definition der Kommunikation (Schnittstellen, Protokolle und ausgetauschte Daten) AP 5.2 Entwicklung der notwendigen Software AP 5.3 Test der Anbindung im Praxisbetrieb	TUM, BEDM, Baumgartner
AP7	Prognose der zeitlichen und räumlichen Adaption des EMS durch das ADOPT-Tool	TUM, HSWT
AP8	Gesellschaftliche Auswirkungen und Akzeptanz	TUM, HSWT
AP9	Vermarktungskonzept	TUM, HSWT, BEDM, Hörmann, Baumgartner

Jahr Monat Projektmonat				2022						2023						2024												
				07	08	09	10	11	12	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	01	02	03	04	05	06	
Arbeitspaket	Anfang	Ende	Dauer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
AP1	M01	M24	24																									
AP2	M01	M06	6																									
AP3	M03	M09	7																									
AP4	M05	M23	19																									
AP5.1	M15	M18	4																									
AP5.2	M19	M22	4																									
AP6.1	M05	M06	2																									
AP6.2	M07	M12	6																									
AP6.3	M17	M20	4																									
AP7	M01	M12	12																									
AP8	M13	M20	8																									
AP9	M07	M18	12																									
Meilensteine																												

III. Ermittlung der Marktpotenziale (Umfrage n=1057)

Befragte Stichprobe: Herkunft

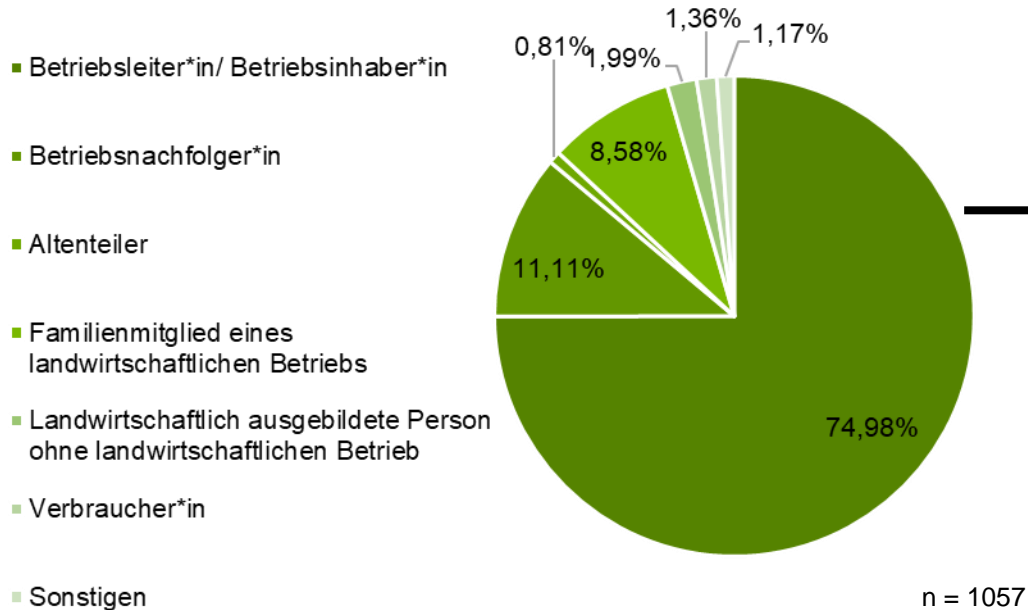


n = 142

Herkunft	Anzahl	% der Umfrageteilnehmer außerhalb Deutschlands
Schweiz	133	93,66
Österreich	7	4,93
Frankreich	1	0,70
Lichtenstein	1	0,70

- Befragung von Personen aus allen landwirtschaftlich relevanten Bundesländern
 - Etwas mehr Umfrageteilnehmer aus Bayern/ Süddeutschland
- Grund: Forschungsprojekt und Verbreitung

Befragte Stichprobe: Bezug zur Landwirtschaft

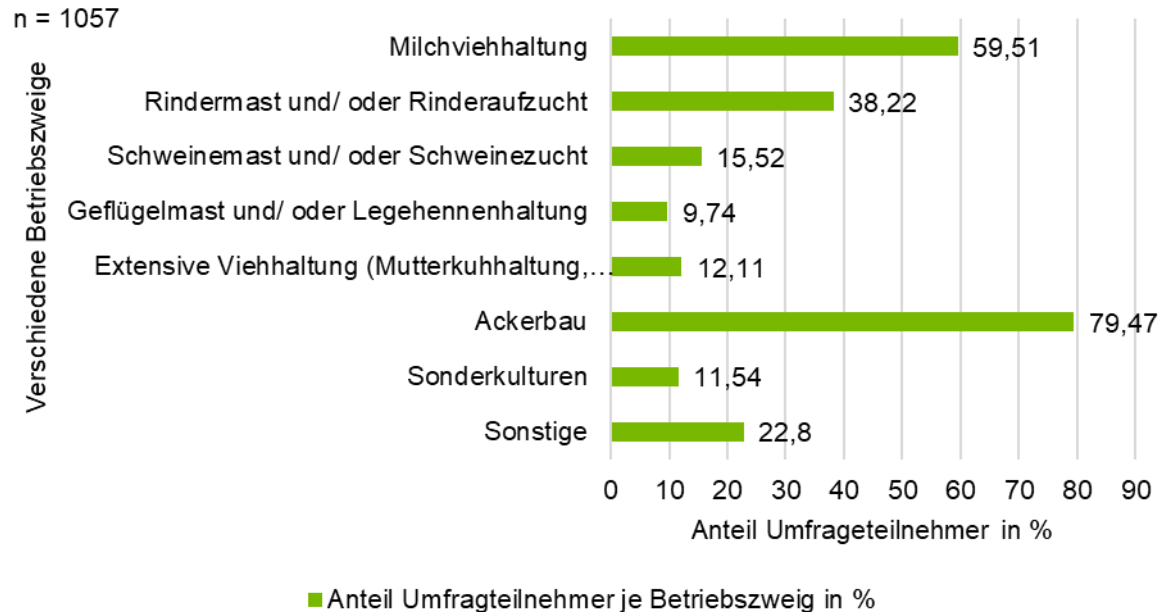


Bezug zur Landwirtschaft	Anzahl	in %
Betriebsleiter*in/ Betriebsinhaber*in	830	78,52
Betriebsnachfolger*in	123	11,64
Altenteiler	9	0,85
Familienmitglied eines landwirtschaftlichen Betriebs	95	8,99

➤ Knapp 80 % Betriebsleiter*in/ Betriebsinhaber*in → Größere Entscheidungskraft

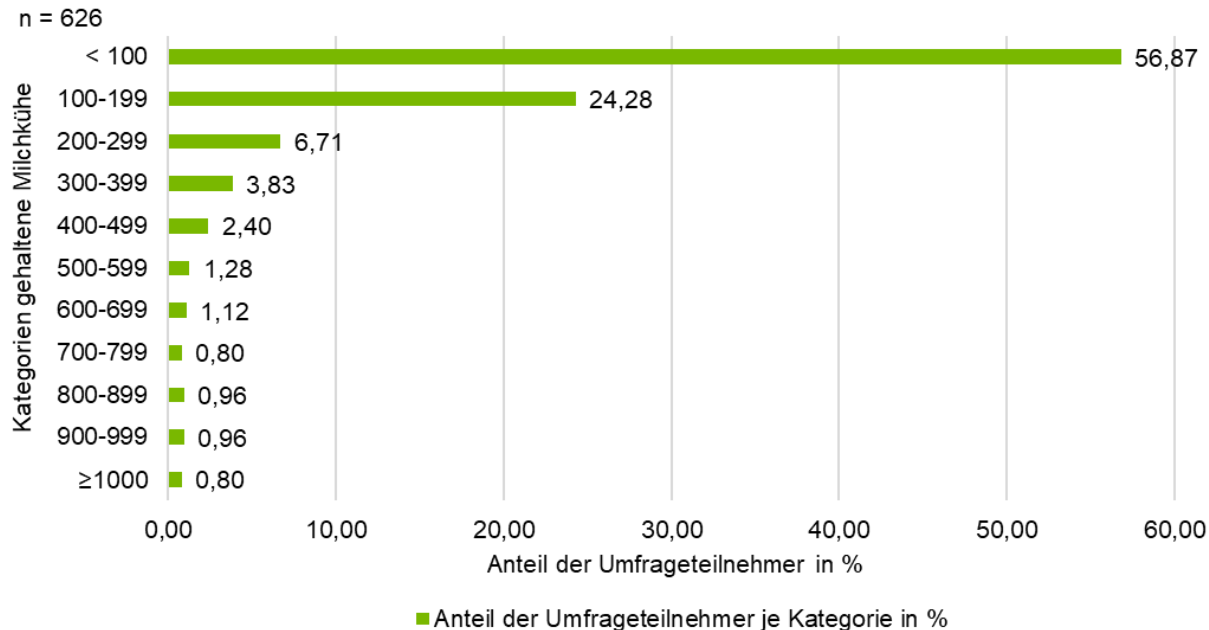
➤ Befragung Familienmitglieder → Aspekt: unzureichend geklärte Hofnachfolge

Grundlegende Gegebenheiten der Betriebe (Betriebszweige)



- Antwortmöglichkeiten stark zusammengefasst; Grund: Signifikanztests
- Insbesondere Milchviehbetriebe → höheres Interesse ?
- Fraglich, ab wann etwas als ein Betriebszweig anzusehen ist

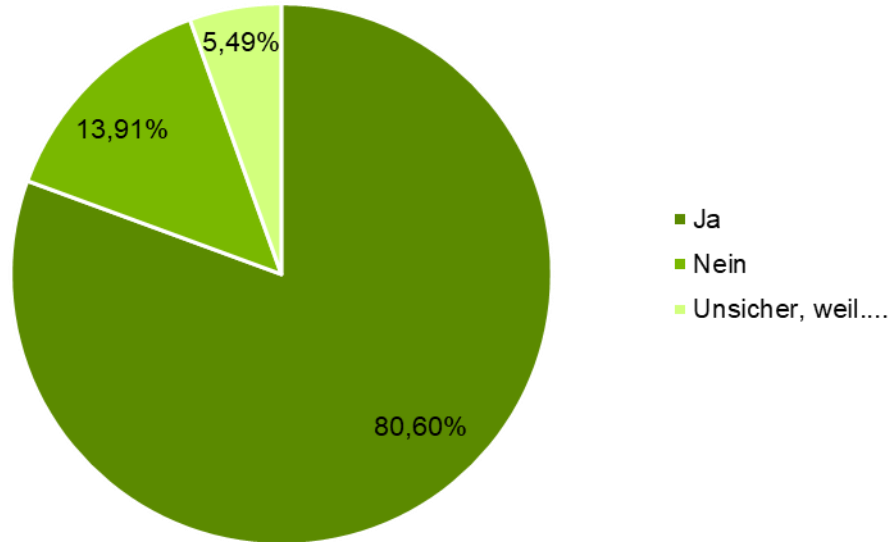
Grundlegende Gegebenheiten der Betriebe (gehaltene Milchkühe)



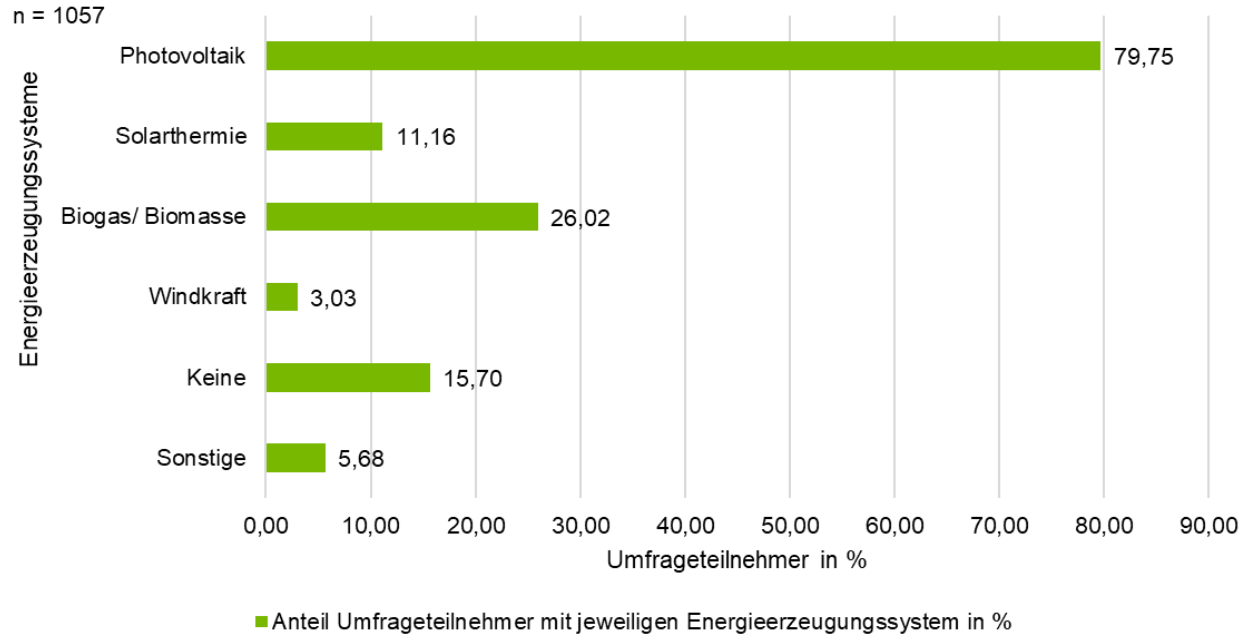
- In D: durchschnittlich 73 Milchkühe pro Betrieb (Statista 2023b)
- In der Umfrage: durchschnittlich 150 Milchkühe pro Betrieb

Interesse am Energiemanagementsystem

n = 1057

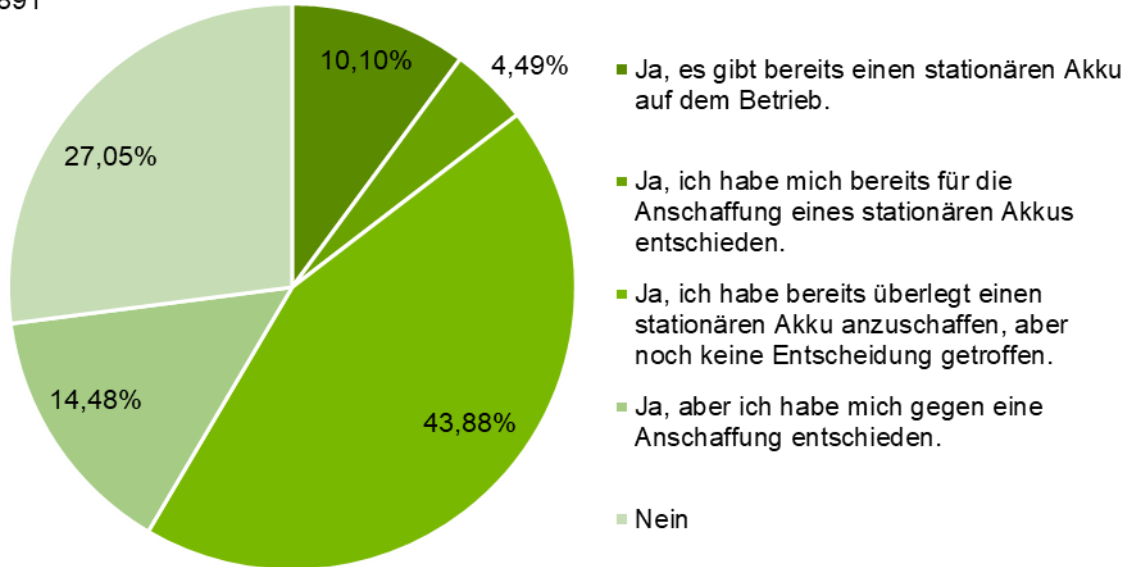


Ausstattung der Betriebe (Energieerzeugungssysteme)



Ausstattung der Betriebe (aktueller Stand Anschaffung stationärer Akku)

n = 891



- Eine Möglichkeit zur Energiespeicherung ist Voraussetzung für ein EMS (Dietrich 2023)
- Bislang keine Entscheidung bei einem hohen Prozentsatz an Befragten → Nutzen aufzeigen z.B. durch Newsletter

Bekanntheitsgrad - Informationskanäle

1	Internet (3,36)
2	Fachzeitschriften (3,05)
3	Freunde/ Bekannte (2,79)
4	Elektriker (2,62)
5	Agrarmessen (2,53)
6	Landwirtschaftliche Beratungsstellen (2,18)
7	Energiefachberatungsstellen (1,87)
8	Instagram (1,38)
9	Facebook (1,37)
10	LinkedIn (1,12)

Skalierung 1 - 4

- Medienpräsenz erhöhen (Ausstattung der Betriebe)
- Kontakt zu Elektrikern aufnehmen
- Agrarmessen besuchen; Vergleich Häufigkeit
- Mehr Kontakt zu landwirtschaftlichen Beratungsstellen als zu Energiefachberatungsstellen
- Wenig Aufwand für das Pflegen der Accounts in den Sozialen Medien im Rahmen des Newsletters

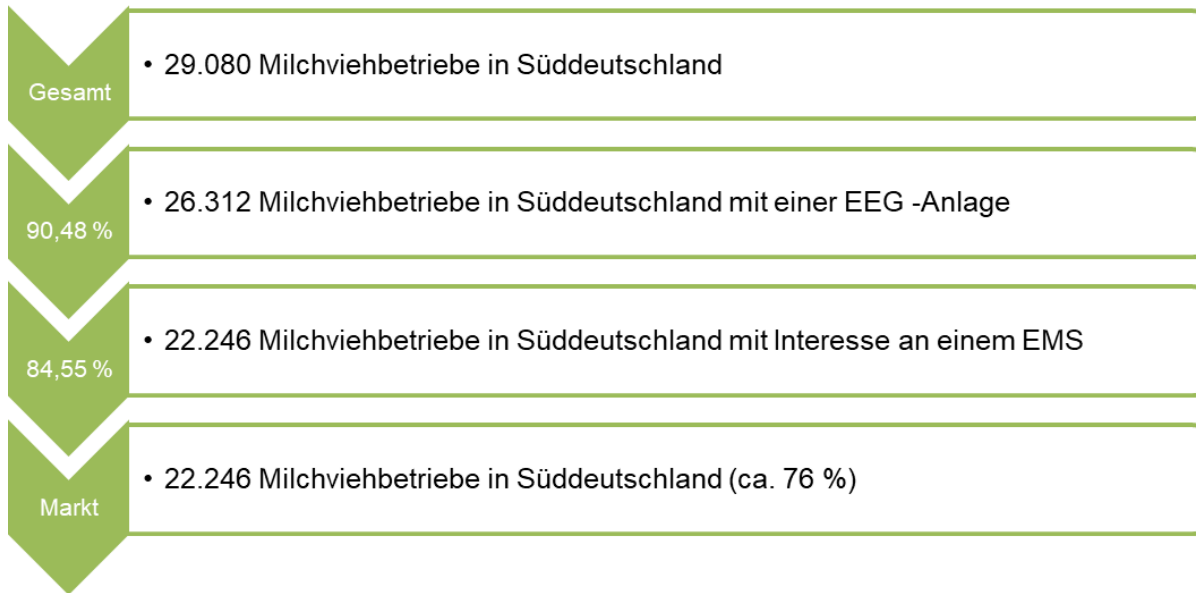
Bedeutende Faktoren der Kaufentscheidung

- 1 Wirtschaftlichkeit (3,51)
- 2 Bessere Ausnutzung des am Hof produzierten Stroms, Steuerung der Energieflüsse (3,24)
- 3 Energieeinsparung (3,21)
- 4 Gewinnmaximierung durch bedarfsgerechte Einspeisung (3,12)
- 5 Autarke Energieversorgung (2,91)
- 6 Persönlicher Beitrag zu einer umweltfreundlicheren Energieversorgung (2,82)
- 7 Steigerung des Images der Landwirtschaft (2,64)
- 8 Vorbereitung auf die Zeit nach dem EEG-Zuschuss (2,57)
- 9 Zeitersparnis durch ein automatisiertes Energiemanagementsystem (2,49)

- Nutzen für Marketingzwecke
- Wirtschaftlichkeit aufzeigen

Skalierung 1 - 4

Zielmarkt: süddeutsche Milchviehbetriebe mit min. einer EEG-Anlage und Interesse am EMS



IV. Vorhersage durch die ADOPT-Analyse (AP7)

Was soll mit dem ADOPT-Tool recherchiert werden?

- Aus Erfahrungen der Innovationsforschung geht hervor, dass Erfolg bzw. Misserfolg von Innovationen insbesondere von deren **Akzeptanz am Markt** bestimmt werden.
- Vielfach treten in diesem Zusammenhang mit einem konkreten Innovationsprozess jedoch **Folgeprobleme** auf, wie innerbetriebliche Innovationsbarrieren und/oder auch generelle Akzeptanzprobleme (Möhrle, 2022), welche die **räumliche und zeitliche Ausbreitung einer Innovation** bestimmen (Diffusionsgeschwindigkeit).
- bisher durchgeführte Umfragen ergeben zwar die bereits erwähnte **positive Grundakzeptanz**, lassen aber keine Abschätzung hinsichtlich der Marktadoption oder anderer quantitativer Kennzahlen zu, ohne die entsprechende **unterstützende Marketing- oder Werbemaßnahmen** schwer zu konzipieren sind.

Evaluationsprozess

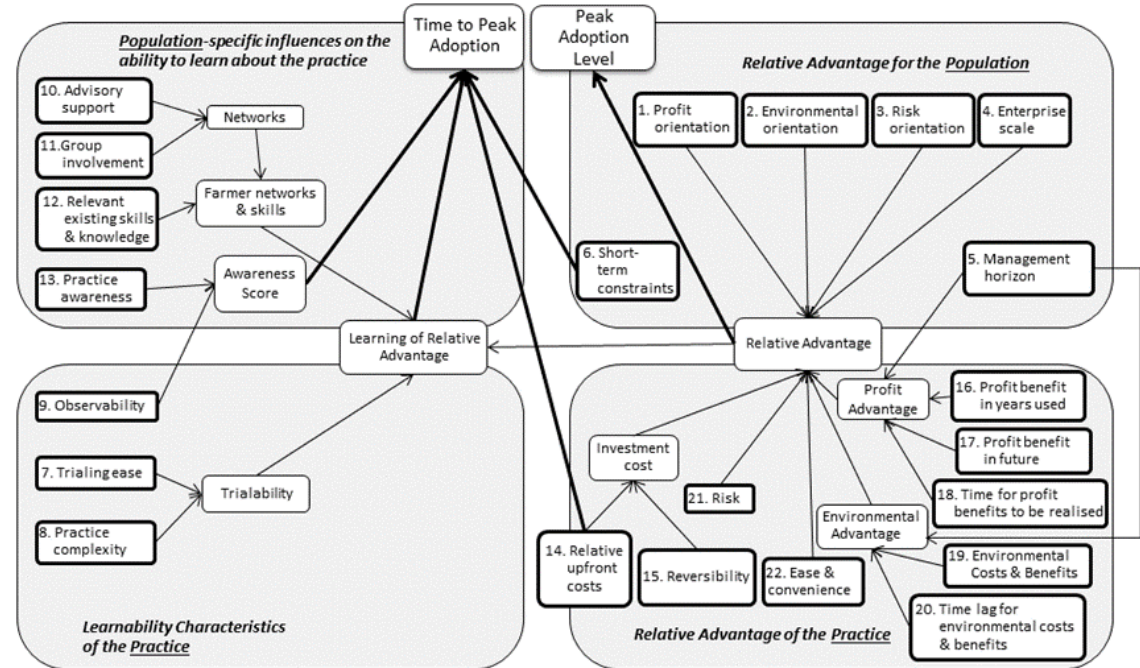
Der Leitfaden und Variablenkatalog für die Bewertung bilden spezifische Fragen zu 22 skalierbaren Variablen in den vier Einflusskategorien:

- Vorteile für die Zielpopulation (Frage 1-6)
- Erlernbarkeitseigenschaften der Innovation (Frage 7-8)
- Erlernbarkeitseigenschaften der Zielpopulation (Frage 10-13)
- Relativer Vorteil der Nutzung der Innovation (Frage 14-22)

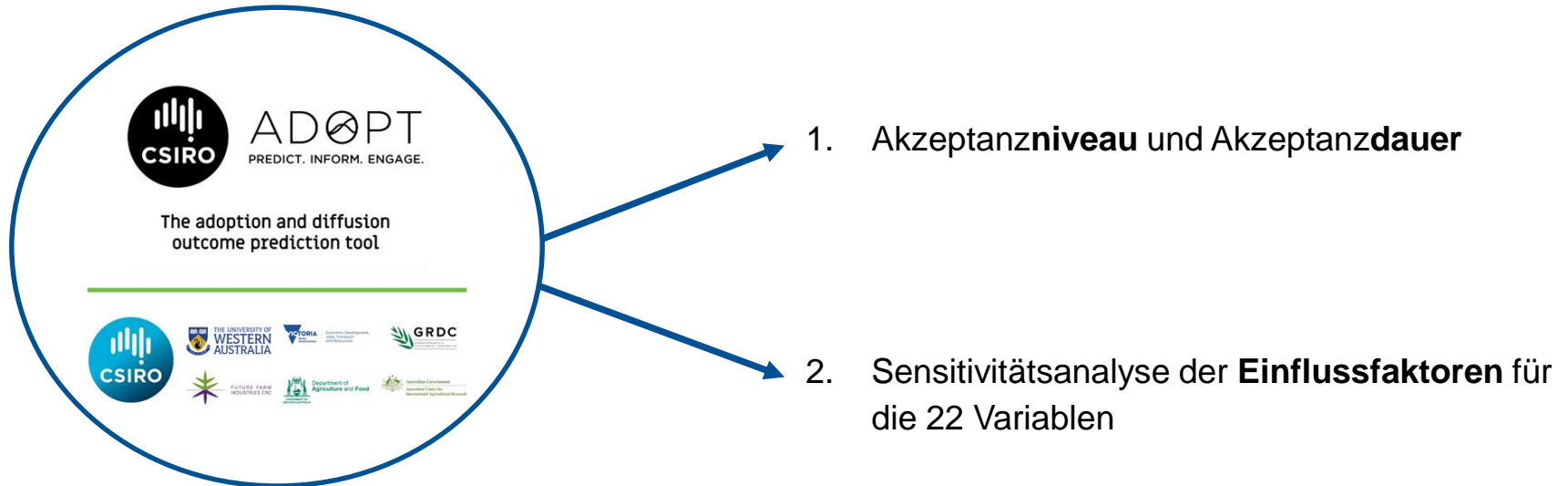
Für die Skalierung wurden jeweils entsprechende Argumente aus vorangegangenen Umfrageergebnissen, der Literaturrecherche und persönliche Experteninterviews herangezogen.

Funktionsweise von CSIRO ADOPT, 2018

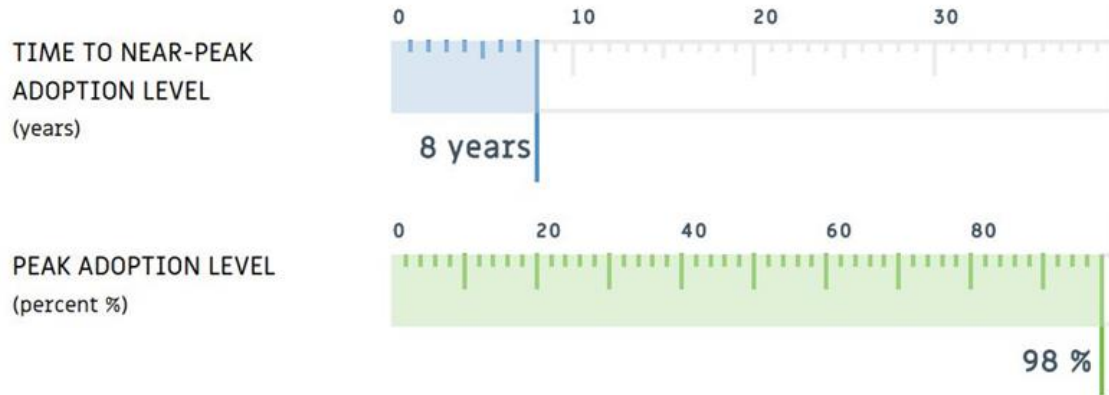
- Die untersuchte Innovation wurde für die Region „Bayern“ definiert und als Zielpopulation wurden „Bayerische Landwirte mit Milchviehhaltung“ festgelegt.



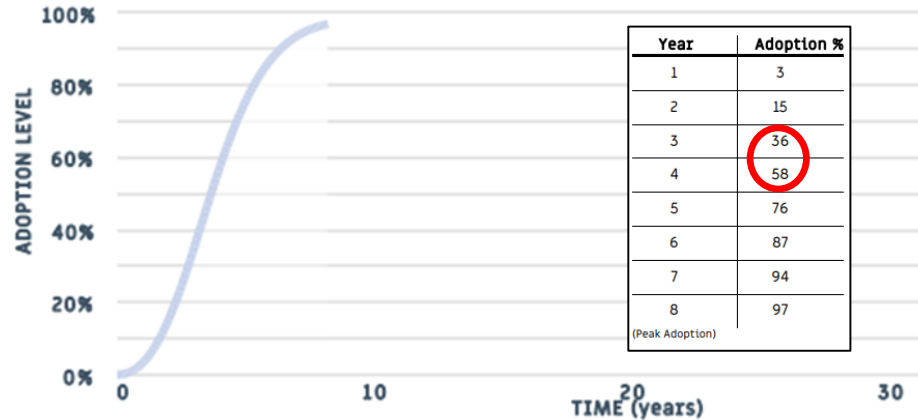
Zwei grundlegende Ergebnisse von CSIRO ADOPT, 2018



Ergebnis des Akzeptanzniveaus und der Akzeptanzdauer



Vorhersage des zeitlichen Verlaufs der Adaption



Sensibilitätsanalyse der Einflussfaktoren Akzeptanzhöhe

- Die einflussreichste Variablenbewertung ist Fragestellung 4, die Bezug auf die Unternehmensgröße und deren Anteil einer Profiterwartung durch den Einsatz des EMS nimmt.

1. Relative Advantage for the Population (1 – 6)

2. Learnability Characteristics of the Innovation (7 – 8)

3. Population specific on the ability to learn about the Innovation (10 – 13)

4. Relative Advantage of the Innovation (14 – 22)



Sensibilitätsanalyse der Einflussfaktoren Akzeptanzdauer

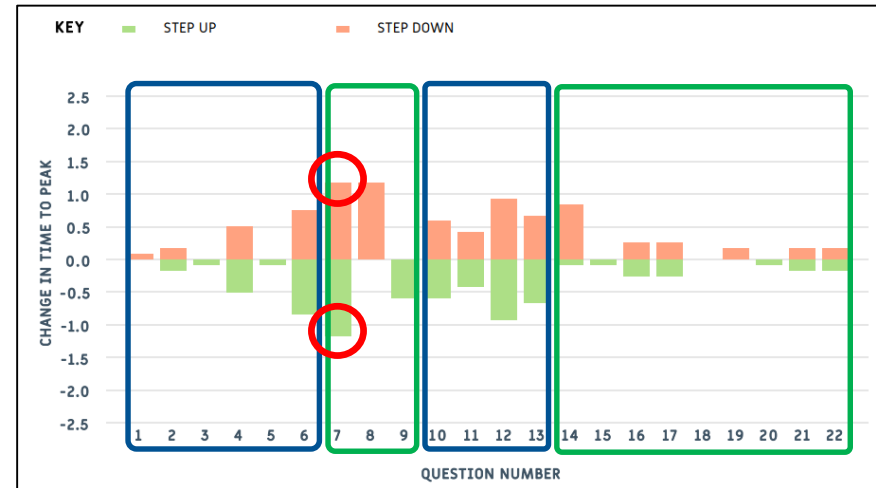
- Einflusspotenzial (positive wie negativ) bei nahezu allen Variablen.
- Die einflussreichste Variablenbewertung ist die zukünftige Erprobung (Frage 7), sowie der Wissenstransfer der Funktionsweise des EMS (Frage 8).

1. Relative Advantage for the Population (1 – 6)

2. Learnability Characteristics of the Innovation (7 – 8)

3. Population specific on the ability to learn about the Innovation (10 – 13)

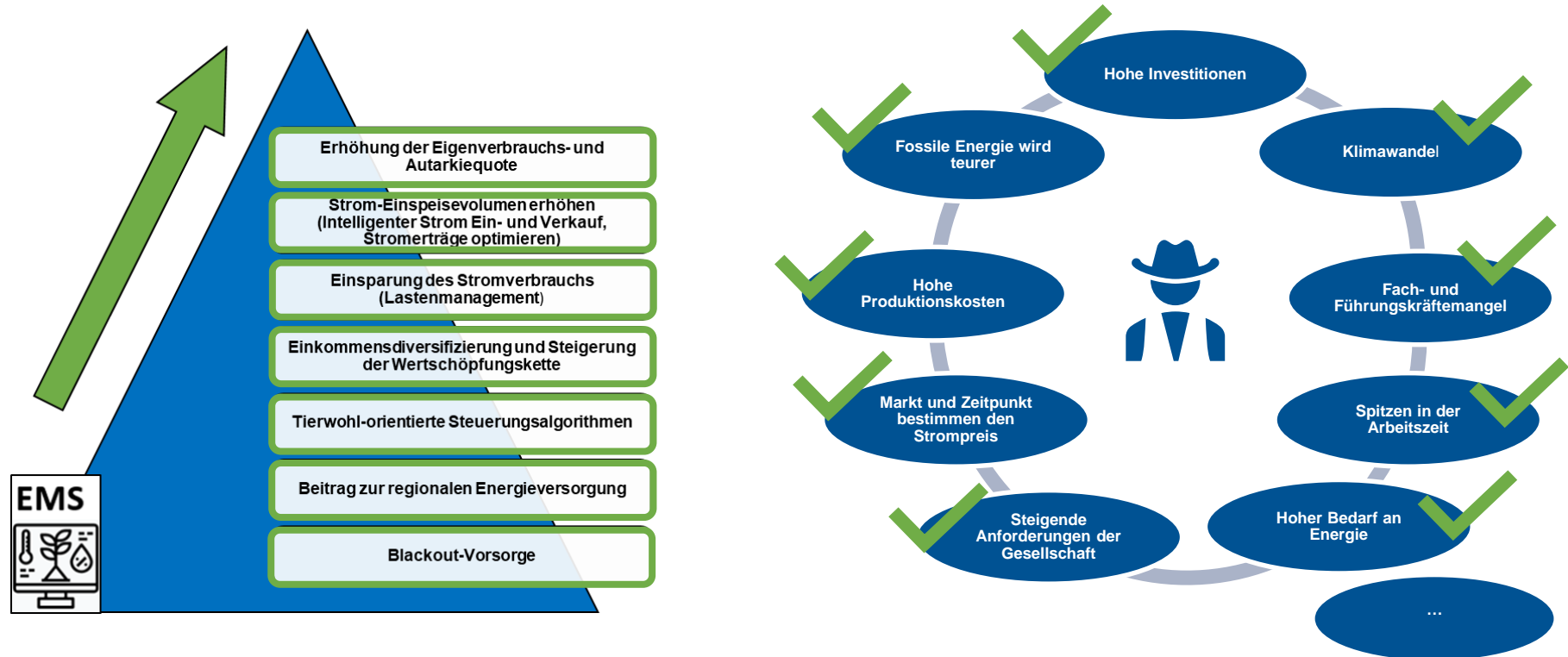
4. Relative Advantage of the Innovation (14 – 22)



Take-home Messages



Take-home Messages – „CowEnergySystem“



Vielen Dank!



Christoph Bader, Christina Steckenbiller

Technische Universität München
TUM School of Life Sciences

Hochschule Weihenstephan-Triesdorf
Fakultät Nachhaltige Agrar- und Energiesysteme

3. BFL-Beratertagung | 25. - 26. September 2023

Unsere Projektpartner:



Gefördert durch



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Projektträger



Bundesanstalt für
Landwirtschaft und Ernährung

References

Bernhardt, H. and J. Stumpfenhausen (2022): Validation of the energy management system "CowEnergy" with regard to emergency power function, grid integration and operational integration in new buildings and existing farm systems, DIP project proposal "CowEnergieSystem". Chair of Agricultural Systems Engineering, Technical University of Munich, Freising Science Centre.

da Silva Gonçalves, V.A. and F.J. Mil-Homens dos Santos (2019): Energy management system ISO 50001:2011 and energy management for sustainable development. Energy Policy, Vol. 133 (2019): o. 110868. Elsevier B.V., NL-Amsterdam.URL: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.07.004>

Gaus, C.-Ch.; T.-F. Minßen.; L-M. Urso.; Th. de Witte and J. Wegener (2017): With autonomous agricultural machinery to new crop production systems. Final report on FKZ 14NA004 and 14NA011 as well as 14NA012. Johann Heinrich von Thünen Institute, Braunschweig. URL: https://orgprints.org/id/eprint/32438/1/32437_14NA004_011_012_thuenen_institut_de_Witte_Landmaschinen_Pflanzenbau.pdf [Stand 20.04.2022]

Gräff, A., S. Wörz, J. Dietrich, M. Höld, J. Stumpfenhausen and H. Bernhardt (2015): Effect of a simulated power cut in AMS on milk yield valued by statistics model, Vol 5, Issue 12, International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA).

Hartwig-Kuhn, S. (2021): An energy management system for the dairy farmer. In: Landeskuratorium für tierische Veredlung in Bayern e.V. - LKV [ed.]: LKV magazine issue 3/2021, pp. 15-18, Munich.

Höhendinger, M.; J. Stumpfenhausen, S. Wörz, H.-J. Krieg, R. Dietrich, L. Frech and H. Bernhardt (2018). Integration of external data sources and components into an on-farm energy management system. In: Ruckelshausen, A.; A. Meyer-Aurich, K. Borchard, C. Hofacker, J.-P. Loy, R. Schwerdtfeger, H.-H. F. Sundermeier and B. Theuvsen [eds]: Digital marketplaces and platforms, pp. 107-110, Proceedings 38th GIL Annual Conference 26-27 February 2018 Kiel, Gesellschaft für Informatik e.V., Bonn.

Höld, M.; H. Bernhardt, A. Gräff and J. Stumpfenhausen (2015): Basic development for the implementation of an on-farm energy management system in dairy barns In: Ruckelshausen, A., H.-P. Schwarz, and B. Theuvsen, B. [eds]: Focus: complexity versus usability / human-machine interfaces, pp. 73 - 76, Proceedings 35th GIL Annual Conference 23-24 February 2015, Geisenheim. Gesellschaft für Informatik e.V., Bonn.

Kuehne, G.; R. Llewellyn, D.J. Pannell, R. Wilkinson, P. Dolling, J. Ouzman and M. Ewing (2017): Predicting farmer uptake of new agricultural practices: A tool for research, extension and policy, *Agricultural Systems* 156:115-125 <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.06.007>

Lokhorst, C. (2018): An introduction to smart dairy farming. Hogeschool van Hall Larenstein, NL-Wageningen.

Marimon, F. and M. Casadesús (2017): Reasons to Adopt ISO 50001 Energy Management System. *Sustainability*, Vol. 9, Issue 10, No. 1740. mdpi, CH-Basel. <https://doi.org/10.3390/su9101740> - 27 Sep 2017.

Möhrle, M.G. (2022): Innovation barriers. *Business Encyclopaedia Gabler*. Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH. URL: <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/innovationsbarrieren-38557> [As of 13.09.22]

Möhrle, M.G. and D. Specht (2022): Diffusion. *Business encyclopaedia Gabler*. Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH. URL: <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/diffusion-29314> [As of 13.09.22]

Stumpenhausen, J. (2022): Investigations to test the functionality of the developed on-farm energy management system to optimise power flows in dairy farms - CowEnergySystem. Project proposal Weihenstephan-Triesdorf University of Applied Sciences, Faculty of Sustainable Agricultural and Energy Systems, Freising.

Stumpenhausen, J. and H. Bernhardt (2019): Integrated Dairy Farming - A Research Approach for the Barn 4.0. In: Association of German Engineers - VDI [ed.]: *Technik in Bayern*. 22nd Jgg, H. 02, pp. 12 - 13, Munich.

Stumpenhausen, J. and N. Mutzhas (2010): Market forecast for "automatic milking systems" in Bavaria until 2020.- Project study, Dr. Stumpenhausen Consulting, Pliening.

Zinke, O. (2019): Social Lab: What consumers want from farmers. *Agrarheute* of 14.03.2019. Deutscher Landwirtschaftsverlag GmbH, Munich. URL: <https://www.agrarheute.com/management/betriebsfuehrung/sociallab-verbraucher-landwirten-wollen-552428> [as at 30.08.2022].